

THESIS

MUNICH

1966

DAS ECHOENCEPHALOGRAMM
SEINE BEZIEHUNG ZU RADIOLOGISCHEN UND
ELEKTROENCEPHALOGRAPHISCHEN BEFUNDEN

Wolf Rüdiger Brandl

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

Aus der Nervenklinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. K. Kolle

Das Echoencephalogramm

seine Beziehung zu radiologischen und elektro-
encephalographischen
Befunden

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Wolf Rüdiger Brandl aus Hof

1966

München

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Privat-Dozent Dr. J. Kugler
Mitberichterstatter:	Professor Dr. K. Kolle
Lekan:	Professor Dr. R. Zenker

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juni 1966

Meiner Mutter
in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153513_0067

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	Seite 7
Technik der Ultraschalluntersuchung.....	11
Methode und Material.....	13
Diskussion und Kasuistik.....	26
Vergleich zwischen EEG und Echo.....	35
Ergebnis.....	42
Zusammenfassung.....	45
Literatur.....	46

Einleitung

Die Einführung der neuroradiologischen Untersuchungsverfahren hat die Möglichkeiten, intrakranielle Prozesse zu erkennen und sie dann auch zu behandeln, wesentlich verbessert. Leider sind die Angiographie und die Pneumoencephalographie verhältnismässig schwierige und nicht völlig ungefährliche Verfahren (32). Deshalb ist man schon lange bestrebt, neue Untersuchungsmethoden zu entwickeln, die einfacher und komplikationsloser sind.

In der Technik wird die Ultraschalldiagnostik zur Materialprüfung und in der Schifffahrt die Echolotung seit Jahrzehnten verwendet. In der Medizin arbeitete Dussik seit 1937 an einem Verfahren, das er 1942 (7) unter der Bezeichnung Hyperphonographie veröffentlichte. Das Prinzip bestand darin, das Gehirn mit Ultraschallwellen zu durchstrahlen. Da die Cerebrospinalflüssigkeit eine andere Dichte als das Hirngewebe und somit auch eine andere Schallabsorption hat, hoffte Dussik das Ventrikelsystem darstellen zu können. Obwohl er seine Methode verbesserte (8), wurde sie diagnostisch nicht verwertet.

Ballantine und Hüter (1) trieben die Untersuchung großzügig weiter. Ihnen ging es darum, die Verwendbarkeit des Ultraschalls für die Medizin zu ergründen und sie kamen zu dem Schluß, daß die Transmissionsbestrahlung Dussiks die einzige Möglichkeit wäre, den Ultraschall für die Schädeldiagnostik zu verwenden. Eine Echomethode schien ihnen sinnlos zu sein, da die vielen reflexgebenden Mediengrenzen im Gehirn nur ein unübersichtliches Bild ergeben könnten.

Dagegen haben bereits 1950 French (12) und Wild die ersten Untersuchungen über das Ultraschallecho veröffentlicht. Sie arbeiteten mit einem piezoelektrischen Kristall, über dessen

Technik Wild (37) berichtete. An totem Hirngewebe, das sie in Wasser getaucht untersuchten, konnten sie zeigen, daß ein gebündelter Schallstrahl an den Grenzflächen der verschiedenen Medien reflektiert wird. Sie fingen die reflektierte Schallenergie mit einem Quarzkristall wieder auf, und die in ihm entstehenden Potentiale machten sie mit einem Kathodenstrahloszillographen sichtbar. Es gelang ihnen so Gehirntumoren darzustellen. Tumorgewebe, so vermuteten sie, hätte eine andere Dichte als das umgebende Gehirngewebe. Die Grundlagen hierzu hatte Hüter 1948 (16) geschaffen, als er die Dichte und Schallgeschwindigkeit und die Absorption in menschlichen und tierischen Geweben gemessen hatte. Auch Frucht (13) führte solche Untersuchungen durch, und Hüter (17) veröffentlichte 1952 Messungen an menschlichen Schädelknochen über die Ultraschallabsorption.

Man versuchte mit diesen Erfahrungen die Echodiagnostik in der Kardiologie, Gynäkologie, Ophtalmologie und für die Diagnostik von Mammatumoren anzuwenden.

Den entscheidenden Fortschritt für die Anwendung des Ultraschalls in der Hirndiagnostik brachte erst Leksell (26) 1955. Er benutzte einen Sender und Empfänger, bestehend aus einem piezoelektrischen Kristall, legte ihn frontotemporal an die Schädelkalotte und beschallte so das Gehirn mit einer Frequenz von 1/2 bis 2 MHz. Auf dem Oszillographen erhielt er 3 prominente Ausschläge, die er "initial-echo", "midline-echo" und "bottom-echo" nannte. Diese Echos bilden auch heute noch die Grundlage der Echoencephalographie. Es gelang ihm am lebenden Menschen durch den geschlossenen Schädel raumverdrängende Prozesse zu verifizieren. Dabei interessierte er sich nur für das Mittelecho. Es fand sich bei einem akuten subduralen Hämatom, einem epiduralen Hämatom, einem Pneumozephalus durch Schußverletzung und einem Hygrom verlagert. Eine Verlagerung des Mittelechos wies also auf einen raumverdrängenden Prozess hin.

Bereits 1957 gelang es dann Kikuchi (22), durch den geschlossenen Schädel Tumorgewebe zu lokalisieren. Allerdings veröffentlichte er keine genaueren klinischen Daten.

Leksell hatte inzwischen die Herkunft des Mittelechos untersucht. Er fand das Corpus pineale, bzw. bei Anlage des Prüfkopfes weit über dem Meatus acusticus externus die Falx cerebri als Ursache (27), wie später auch Jeppson (21) und Brylski (6). Auch de Vlieger und ter Braak (36) untersuchten dies und machten die Fissura interhemisphärica verantwortlich, wie später auch Taylor (35). Gordon (14) glaubte aufgrund seiner Experimente jedoch, das Septum pellucidum sei die Quelle des Mittelechos eher, als das corpus pineale.

Wie schon de Vlieger stellte nun auch Jefferson (18) 1959 die Ergebnisse von 50 Fällen zusammen. Er verglich sie mit den anderen neuroradiologischen Befunden und wies darauf hin, daß die Methode noch verbessert werden müßte, und daß sie sich vorläufig auf die Abweichungen des Mittelechos beschränken müsse. In einer erneuten Untersuchung (19) konnte er das Ergebnis jedoch verbessern und empfahl das Gerät zur allgemeinen Anwendung. Während Jefferson noch eine Fehlerquote von 19 % angab, gelang es Lithander (28) nahezu fehlerfreie Ergebnisse zu erzielen. Sie gab eine neue Kontrollmethode an. Zu den Aufzeichnungen der Echos von links und rechts fotografierte sie auch noch eine Durchschallung des ganzen Schädels, wobei sie auf der einen Seite den Sender und auf der anderen den Empfänger anbrachte. Da die Entfernung von Prüfkopf zur Mittelstruktur und zurück (= Echo) und von linker Schädelaußenfläche zur rechten gleich sein mußten, wenn das Mittelecho von der geometrischen Mitte des Gehirns kommen sollte, konnte sie so die Herkunft des Mittelechos überprüfen.

Ausführliche experimentelle und statistische Untersuchungen machten Jeppson (20, 21) und ter Braak (2). Letzterer über-

prüfte auch die Herkunft der verschiedenen Nebenechos. In Deutschland veröffentlichten 1963 Schiefer (32, 33, 34) und Kramer (23, 24) ihre ersten Untersuchungsergebnisse. Seit 1963 wird der Echoencephalograph auch an der Münchner Universitätsnervenklinik regelmässig angewendet.

Technik der Ultraschalluntersuchung

Das benutzte Gerät basiert auf dem Prinzip des piezoelektrischen Effektes. Dieser besteht darin, daß verschiedene Kristalle, z. B. Quarz oder Bariumtitanat, in Schwingungen geraten, wenn sie in ein elektrisches Feld gebracht werden. Findet man nun die Frequenz des Feldes, die mit der Eigenfrequenz des Kristalls korrespondiert bzw. in Resonanz tritt, so kann man eine geeignete Intensität an Ultraschall produzieren, die ausreicht, das Schädeldach und die Gehirnsubstanz zu durchdringen. Mit einem Kristall von 24 mm Durchmesser, dem Prüfkopf, der gleichzeitig als Sender und Empfänger verwendet wird, sendet man einen Ultraschallstrahl einer Frequenz von 1 bis 5 MHz und erhält Reflexe. Diese werden durch das piezoelektrische Kristall wieder in Feldschwingungen übertragen und können auf einem Kathodenstrahloszilloskop sichtbar gemacht werden. (1, 12, 13, 15, 16, 21, 23, 26, 37). Die Ausschläge des Oszillographen werden mit einer Polaroid-Land-Camera direkt fotografiert (26, 33). Legt man den Prüfkopf in der Gegend oberhalb des Processus mastoideus bis über den Meatus acusticus externus an, nachdem man dort die Kopfhaut mit Wasser, Vaseline oder Polyethylenglykol (33) befeuchtet hat, so erhält man folgendes Bild (Abb. 1, Seite 12). Die untere Kurve zeigt das von links und die obere das von rechts abgenommene Echo.

Wie früher bereits erwähnt, ist für die Diagnostik nur das Mittelecho entscheidend. Es wird dadurch hervorgerufen, daß Strukturen der Mittellinie des Gehirns senkrecht vom Ultraschallstrahl getroffen werden, wie z. B. der dritte Ventrikel (21, 30, 31), das Septum pellucidum (14), der Interhemisphärenspalt (35, 36) und das corpus pineale (6, 21, 27). Diese Strukturen reflektieren an ihrer Oberfläche wegen ihrer von der Umgebung unterschiedlichen Dichte und Schall-

leitung einen Teil der Schallenergie und ergeben einen Aus-
schlag am Bildschirm, das Mittelecho (13, 16, 17, 37).

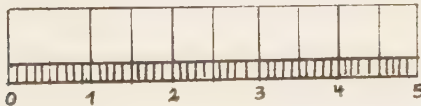
Da meistens auch noch von anderen Strukturen, wie Seiten-
ventrikel, Fissura Sylvii, Insula u.a. Echos aufgezeichnet
werden, benötigt man für das Mittelecho gewisse Kontrollen.
So ist das bei leichter Verschiebung des Prüfkopfes kon-
stanteste Echo am ehesten von der Medianstruktur (21). Das
Mittelecho pulsiert meistens (24). Außerdem muß die Summe
der Entfernung von der rechten Schädelaußenfläche zum Mit-
telecho und von der linken Schädelaußenfläche zum Mittel-
echo dem Schäeldurchmesser entsprechen. Dies wird entweder
direkt gemessen oder dadurch, daß man zusätzlich zu den bei-
den üblichen Kurven auch noch eine Durchschallung mit 2 Prüf-
köpfen durchführt und auch noch den Durchmesser des Schädels
auf das Bild fotografiert. Eine andere Möglichkeit der Über-
prüfung liegt in der Darstellung eines externen Endechos,
d.h. eines Austrittsechos an der gegenüberliegenden Schädel-
seite und der Halbierung des so ermittelten Durchmessers als
Wert für das Mittelecho (10). Dabei ist es allerdings not-
wendig Korrekturwerte zu berücksichtigen (11). Diese Metho-
de haben auch wir verwendet. (s. u.)



Abb. 1
normales Echoencephalogramm

Methode und Material

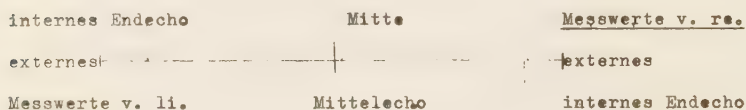
An der Universitätsnervenklinik München wurden in den letzten drei Jahren (1963 bis 1965) 156 Patienten, bei denen sich bei der Untersuchung ein Verdacht auf einen intrakraniellen Prozess ergab, mit dem Echoencephalographen Typ USM untersucht und die Befunde mit einer Polaroid-Kamera dokumentarisch festgehalten. Das Material von 345 Bildern wurde geordnet und zur Beurteilung wurden die stationären Fälle herausgezogen, bei denen sich zusätzlich andere Untersuchungsergebnisse, speziell neuroradiologische und EEG, befanden. Das schränkte die Zahl der Fälle auf 110 (252 Bilder) ein. Zunächst wurden diese Aufnahmen (Abb. 1) genau ausgemessen. Dabei wurde folgendes Maß verwendet:



nach Dr. Harms.

Die gemessenen Werte wurden mit 4 multipliziert und man erhielt so einen ungefähren Wert für die Abstände in mm. Lithander (28) gibt einen Faktor von 3,6 an, doch sind genaue Werte nicht möglich, weil die Leitungsgeschwindigkeit für Ultraschall im Schädelknochen in Hirnmasse und Liquor verschieden sind und damit auch die erhaltenen Werte gewisse Fehler enthalten.

Man berechnet also nur Näherungswerte, die sich zur Überprüfung aber trotzdem eignen. Diese Werte wurden zur Veranschaulichung auf eine Skala übertragen:



Hierbei ergab sich die Schwierigkeit, einen genauen Wert des externen Endechos (= Austrittsecho, Schädelchwarte - Luft) zu erhalten, da nicht in jedem Fall ein solches zu bestimmen war. Dagegen ließ sich immer das interne Endecho messen (10). Der Mittelwert des Abstandes internes zum externen Endecho liegt bei 0,9 (11) und aus dieser Hilfsgröße läßt sich das externe Endecho ermitteln. Die Entfernung von der Schädeloberfläche rechts temporal zur Mitte (= Mittellinienecho von rechts) plus der Entfernung von links zur Mitte (= Mittellinienecho von links) muß dem temporalen Schäfeldurchmesser gleich sein. So hat man eine gute Möglichkeit zur Kontrolle des Mittellinienechos.

Auf dieser Grundlage sind die Werte mit den anderen Befunden aus den Krankengeschichten in ein Formblatt (Seite 16) eingetragen. Es folgt eine Zusammenstellung der Befunde auf den Seiten 17, 18 und 19. In der alphabetisch geordneten Aufstellung sind in den Spalten angegeben:

Laufende Nummer, Name, Kurzdiagnose, Krankengeschichte = Bef, Schädelaufnahme = Rö, Carotisangiogramm = CA, Pneumencephalogramm = Pn, EEG, Echo, Mittelechoabweichung in mm = ME, Bildqualität = Bild, Internes Endecho = IE, Externes Endecho = EE, Gruppe.

Dazu eine Zeichenerklärung:

x	vorhanden
+	positiver, pathologischer Befund, bei Schädel-
.	aufnahme Tumor erkennbar
!	falsche Summenbildung beim externen Endecho
A	Schädelasymetrie
d	diffuse Anomalien im EEG
f	externes Endecho fehlt
g	Bild gut
lSD	leichte Seitendifferenz im EEG
LP	Lumbalpunktion
m	Bild mittelmäßig
Op	Operation
p	internes bzw. externes Endecho paßt zur Summen-
	bildung
P	Tumorpunktion
s	Bild scharf
S	Sektionsbefund
SD	Seitendifferenz im EEG
u	Bild unscharf
v	vaskuläre Anomalien
VaRb	Verdacht auf Raumbeschränkung
SV	Seitenventrikel

Nervenklinik der Universität München

Echoencephalogramm

Name zu Abb. 1

Geb. Dat.

Station

Diagnose:

Vorgeschichte und Befund (in Stichworten)

Neurologischer Befund o.B.

Röntgen	Bild des Schädels	EEG	Seitendifferenzen
	Pneumencephalogr.		Herdzeichen
	Angiogramm		diffuse Störungen

Echo-Meßwerte

Mittellinienecho von re 7,2 cm
li 7,2

Differenz 0

Abweichung von der Mitte .0 (....)

Internes Endecho	13,6	Zusätzliches
Externes Endecho	14,5	Echo: ...
Kalottendicke	0,9	

Beurteilung:

internes Endecho v.re.

| = 13,6 7,2

7,2 13,6 = |

Mittellecho internes Endecho v.li.

Zusammenstellung der Befunde

No.	N a m e	Diagnose	Bef RÖ	CA	Pn	EEG	Echo	ME Bild	IE/EE	Gruppe
1	Dr. AB	Versuchsecho					1 1	x2	fehlt	1
2	AN Ka	Cerebralskl	x x			1SDli	2 1	sm	0,2 f	1
3	BA Si	Durchbl. Stör	x x x	x	v	SD	113	1 u	p !	1
4	BE Ka	Verschluß A	x	x		v li	2 0	m	0,4 f	1
5	BE Jo	Kopfschm uG	x x x	x	x		2 2	sm	0,2 p	1
6	BE	Tu Mening fr	OP + +		SD		3 6	u	p f	2
7	BI Lo	chron Bleiver	x x x		x		2 1	sm	p f	1
8	Dr. BI	Versuchsecho					1 1	x2		1
-9	BO Si	Tu Gliobl temp	OP	+		+	2 6	lg	p f	2
10	BO Al	Tu lifr basal	P x	+	+	d	5 6	sm	p f	2
11	BR El	Tu lifr Gliobl	OP	+		+	2 12	x2		2
12	DA Ag	Anf Va Rb	x	x	x	d	3 1	u	p p	1
13	DE Ka	Anf psych	x x x			x	3 1	lg	0,2 f	1
14	DI Mi	Anf unkl Gen	x x x	x	1SDre		2 2	lm	p p	1
15	DI Ge	cerebr Gefäss	x	x		x	2 1	lm	0,2	1
16	DU Ka	cer Gefäss-pro	x x	v		d	1 1	lg	p f	1
17	EC Ch	cer Gefäss-pro	x x	x	VaRb	d	3 3		p f!	4
18	ED Jo	Anf (Schwindel)	x x	x	x	x	2 1	lg	0,2 f	1
19	FE Lu	Aneur. A ant	LP	+			1 1	u		3
20	Dr. FI	Versuchsecho					4 1			1
21	FL He	Tu Keilbein	OP	+		refr	1 1	lg	p f	3
22	FO Fr	Anf atroph.V	x A	x	Vo	+	2 f	lm	p !	4
23	GE Ad	Hydr an enc	x	+	+		2 4	lg		2
24	GE Lu	vorz.Vers.Zu	x A	VaRb (+)		x	2 3	m		4
25	GO Pa	Zu maub Häm	x	x		SDli	3+2 4-1	2g	p p	2-1
26	GR Jo	Tu li front	x x	+		SDli	2 7	g	p f	2
27	GU El	Blutg Aneur.	LP x	+		SDli	2 5	sg	p p	2
28	HA He	Tu Stammggl.	x +	+	+	x	2 2	m	p p	3
29	HA Em	Hirnblutg	x x	VaRb (4)		SDli	2 2	m	p f	3
30	Dr. HA	Versuchsecho					8 1	sg		1
31	HE Ed	Anf (Schwindel)	x x		x		2 1	1	0,2 f	1
32	Dr. HE	Coma diabet.	x	v	v		4 1		p f	1
33	HE Jo	Atrophie	x x	(+)	(+)	d	3 2	lm	0,2 f	1
34	HE Joh	Zu n Tu Op	x x x		d		2+2 1	1sg	p f	1

No.	N a m e	Diagnose	Bef	RÜ	CA	Pn	EEG	Echo	ME	Bild	IE/EE	Gruppe
35	Dr. HE	Versuchsecho						3	0	sm	p	f 1
36	HE	Versuchsecho						1	1	x2		1
37	HI Ka	beg Cerebralskl.	x	x	v	V	d	3	2	lsg	p	p 1
38	HI He	Tu Hirnstamm	OP	x	+	+	SDre	1	2	lm	0,2	f 3
39	HI Hu	Zu n Contusio	x	x			lSDli	2	0	m	p	p 1
40	HOE	Versuchsecho						1	0	sg		1
41	HO	Tu diff Gliom	OP	x		+	SDli	2	3	m	0,4	f 2
42	JU Ro	1 Contusio	x	x	x		x	3	0	lsg	p	f 1
43	Dr KA	Versuchsecho						1	0	x2		1
44	KA De	Tu Klh hemisph.	x		+		SDli	2	2	u	p	p 3
45	KE Al	Mediaverschluss	x		v		v li	1	1	m	p	f 1
46	KL Be	Tu hint Schgr.	x	x		+	lSDre	2	2	m	p	f 3
47	KL An	Massenbl. Apopl.	S			+		2	10	m	p	f 2
48	KO An	Tu Men. Sa. li	x	x	x	+	SDli	3	1	lsg	0,2	f 3
49	KO Lu	Tu Oligo. Gl.	OP	+	+	+	x	2	4	m	p	f 2
50	KO Jo	Tu Klh. Medull.	x			+	d	2	8	lu	p	f 2
51	KO He	Tu Meningiom	OP	x	x	+	SDli	4	3	lg	p	f 2
52	KR Al	Zu.n. Commotio	x				x	2	2	m	0,4	f 1
53	KR Jo	StP unkl. Gen.	x		x	x	x	4	2	lm	p	p 1
54	KR Hu	Tu frontobas.	x	x	x	+	SDli	2	2	u		3
55	KU Du	Tu zentral	x		+	+	SDre	2	2	u	m	p f 3
56	LA Fr	Cerebr.Skl.	x	x	v	x	v	2	4	m	p	f 4
57	LA He	Hirnatr. vask.	x		v	v	lSDre	1	1	u		1
58	LE Ot	Tu Cyst.Gliom	P	x	+		SDli	3	4	lm	p	f 2
59	LE Ad	Tu Olfakt.men.	OP	+	+		SDre	3	0	x2		3
60	LU He	StP unkl. Gen.			x	x	x	3	1	2m	p	f 1
61	MA Fr	Tu Gliobl (Met?)	x		+		SDli	3	3	lg	0,2	f 2
62	MA Th	StP. Hyperton.	x	x	x		x	2	1	m	0,2	f! 1
63	MA Ma	Cerebr.Skl.	x	x	VarB		x	2	2	lg	0,2	f 1
64	MA So	Syringomyelie	x	x				1	0	x2		1
65	MA	Tu Akustikus N.	OP	+	+	+		2	7	m	p	f 2
66	MA Wi	Cerebr.Skl.	x	x	v		x	2	2	lg	0,2	f 1
67	ME Ni	Anfallsleiden	x	x	x	+	lSDli	2	0	lg	0,2	f! 1
68	ME Ar	Tu mult. Metast.	x	x	+	+	SDre	2	1	lg	p	f 3
69	MI Ir	Subarachn. Blutg.	P		x		lSDre	2	1	lm	p	f 1
70	MI Em	Tu diff. Gliom.	x	x	+		SDre	2	11	lg	p	f 2
71	MO Jo	Subt. Abszess	x		+		SDli	2	13	lm	p	f 2
72	MU Ha	Tu Balkengliom	x	x	+		SDli	2	4	m	p	p 2

No.	N a m e	Diagnose	Bef	Rö	CA	Pn	EEG	Echo	ME	Bild	IE/EE	Grupp
73	ME Ku	Polyneuropathie	x	x			x	1	0	lm	0,2 f!	1
74	PE Va	Zu. n. Tu OP Men.	OP	x		+	SDli	4	3	lg	0,2 f	2
75	Po Ch	Kopfschm.unkl.Gen.	x	x	v	SV	SDre	2	2	m	p	1
76	PR Fr	Anf. unkl. Gen.	x	x	x	x	x	2	2	g	p f	1
77	PR Ka	Tu astrocyt. Gliom	x		+		SDli	2	4	m	p f	2
78	PR El	Anf. unkl. Gen.	x	x	x	SV	1.SDli	3	0	sg	p	1
79	RA Jo	Massenblutung	OP	+	(+)		x	2	0	sg	p	3
80	RE Fr	Gefässl. cerebr.	x	x	v	(v)	SD v	4	0	g	p	1
81	RO Ka	Anf. fühlend. Hirnsche.	x	x	x		d	2	?	sg		4
82	RO Fr	Zu. m. Contusio	x	x	x		d	2	1	sg	p	1
83	RU Ge	Aktinomyk. Abszess	S	+	+		SDli	3	3	sg	p p	2
84	SCH Ge	Zu.n.subd.Häm (gerillt)	OP	x	x		x	2	2	sg	p	1
85	SCH Th	Tu Meningiom	OP	x	+		SDli	2	8	m	p	2
86	SCH Go	Anf n Herzstillst.	S	x	x	x	d	2	f	sg	p p	4
87	SCH Ot	Tu Hirnstamm	x	x	+	+	SDre	2	11	g	0,2	2
88	SCH An	Tu Lympho=Sarkom	OP	x	+	+	SDre	2	1	u		3
89	SCH Wa	Tu Mening. li front	x	x	+		SDli/fr	4	1	g	p	3
90	SCH Jo	Tu Metast (LuTu)	x		+		SD alt.	2	6	sg	p	2
91	SCH Er	Tu Malign. (Metast)	x	x	+	SV	SDli	2	2	m	p	3
92	SCH Ew	Tu intraventr.Häm	x		+		SDre	2	f	sg	p p	4
93	SE An	Anf. unkl. Gen.	x		x		x	2	1	m	0,2	1
94	SI Jo	Gefässl. Z.n.Contusio	x	x	v	v	v	2	1	m	p	1
95	SO Jo	StP. unkl. Gen.	x	x	x	x	d	2	2	m	p p	1
96	SP An	Cerebralskl.	x	x	x	x	1.SDli	2	0	u	p	1
97	ST Wo	Enzephalitis	x		x	SV	d	2	0	m	p	1
98	ST Mi	Oligodendrogliom	OP	x	+		SDli	2	3	m	p	2
99	ST Lu	Polyneuritis dyst.	x	x		SV	d	2	?	sg	p	4
100	VO Fr	Migräne	x	x	x	x	x	2	3	m	p	4
101	WA Ge	Anf. unkl. Gen.	x	x	x	x	x	1	0	g	p p	1
102	WA Jo	Tu medial. li	x	x	+		SDli	2	0	m	p f!	3
103	WE He	Anf. unkl. Gen.	x			x	x	3	0	g	p f	1
104	WE Pe	Verdacht Tu Stamm.	x	x	VaRb	+	SDre	2	2	m	0,2 0,2	3
105	Dr. WE	Versuchsecho						2	1	m	p p	1
106	WI Do	Anf. unkl. Gen.	x	x	VaRb	x	1.SDli	2	0	x2		1
107	WI Be	Tu Gliobl fusiforme	S		+		SDre	2	6	m	0,2	2
108	WU	Tu Metast Kleinhirn	x	x	x		d	2	1	g	p	3
109	ZA Jo	Subd.Hämatom bds.	x	x	+		d	2	4	u	p p	2
110	ZI Ka	Commetio	x				x	2	1	m	0,2 p	1

Nach Lithander sind Abweichungen des Mittelechos über 3 mm pathologisch (29), nach Schiefer, Katzmer, Brückner Abweichungen über 2 mm (33). Bei unseren Untersuchungen zeigte sich das Echo

in % der Gesamtzahl		
genau mittelständig in	20 Fällen	18,2 %
verlagert um	1 mm	32 "
	2 "	21 "
		73 "
		66,4
	3 "	9 "
	4 "	8 "
	5 "	1 "
	6 "	5 "
	7 "	2 "
	8 "	2 "
	9 "	0 "
	10 "	1 "
	11 "	2 "
	12 "	1 "
	13 "	1 "
		32 "
		29,1
es fehlte in	5 "	4,5
insgesamt	110 Fälle	100,0 %

=====

Wir trennten jene 73 Fälle mit einer Abweichung bis zu 2 mm von den 32 mit einer größeren Abweichung und den 5 Fällen, bei denen sich ein Mittelecho nicht ermitteln ließ. Als wir nun die Ergebnisse mit den neuroradiologischen Befunden verglichen, drängte sich die Einteilung in vier Gruppen auf. In die erste Gruppe (Tab. I, S. 22) rechneten wir die 54 Fälle ohne Verlagerung im Echogramm, die mit den anderen Befunden übereinstimmten. In Gruppe 2 (Tab. II, S. 23) faßten wir die 28 Fälle zusammen, in denen sowohl Echo als auch die anderen Befunde - in 18 Fällen durch Operation, Punktion bzw. Sektion gesichert - eindeutig auf einen raumverdrängenden Prozeß hinwiesen. Zu Gruppe 3 zählten wir die 19 Fälle, die neuroradiologisch - in 5 Fällen durch Operation und Punktion gesichert - eindeutig auf einen raumfordernden Prozeß schliessen liessen, die aber ein Echo innerhalb der Grenze von 2 mm Abweichung aufwiesen. (Tab. III, Seite 24). Schliesslich ergab sich für die Gruppe 4 (Tab. IV, Seite 25) die Zusammenfassung der restlichen 9 Fälle, bei denen zunächst keine Übereinstimmung zwischen pathologischen bzw. fehlendem Mittelecho und den anderen Befunden ersichtlich war.

Tabelle I

GRUPPE 1

D i a g n o s e n	Anzahl	Abweichungen in mm		
		0	1	2
Versuchsechos	9	3	6	
Gefäßscheiden Hirnatrophie	14	3	7	4
Anfallsleiden unklarer Genese	14	5	5	4
Zustand nach Commotio bzw. Contusio	5	2	2	1
Stauungspapille unklarer Genese 1 x + Hypertonus	4		2	2
Zustand nach Tumoroperation	1		1	
" " subarachnoi- daler Blutung	1		1	
" " subduralem Hämatom	1			1
	<u>3</u>	<u> </u>	<u>2</u>	<u>1</u>
Coma Diabetium	1		1	
Chrom. Bleivergiftung	1		1	
Syringomyelie	1	1		
Polyneuropathie	1	1		
Enzephalitis	1	1		
	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u> </u>
	54 = 49,1%	16	26	12

Tabelle III

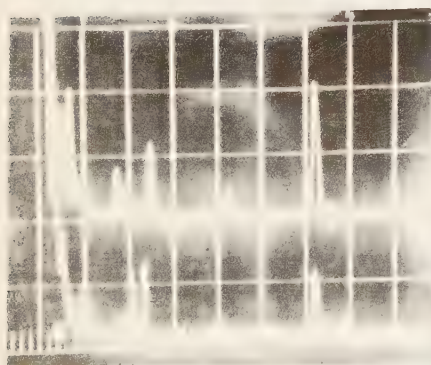
GRUPPE 3

Diagnose	Lage	Rö	CA	Pn	EEG	Anzahl	0	1	2
Tumoren No.						16	3	5	8
44 Tu Kleinhirnhemi.	li Klh.hemisph		VaRb	+	3				x
46 " hi.Schä.grube	li pontin.			+ l.re					x
108 LuTu Metastase	hi.Schä.grube	LuTu		d				x	
28 Tu Stammganglien	Hirnstamm	+	+	+	x 3				x
38 (Op.) Hirnstamm	Hirnstamm		+	+					x
104 VaRb Stammganglien	rechts	A	VaRb	(+)	+				x
54 Tu frontobasal	frontobasal			(+)	+	3			x
59 (Op.) Olfakt.mening.	" vorwiegend re	+	+		+			x	
89 Meningeom	li frontal		+		+				x
55 Tu zentral	zentral		+	+	+	3			x
91 " " li	li zentral		+		+				x
102 Tu	medial		+		+			x	
48 Meningo=Sarkom	li parasag.- parietal			+	+	1		x	
88 (Op.) Lymph.Sarkom	li parietal		+	+	+	1			x
68 Tu multiple Metast.	multiple		+		+	1			x
21 (Op.) Zustand n. Op.	Keilbeinmeningeom rechts		+		+	1			x
							3	1	1
19 LP Aneurysma	A. communicans ant. linsengross		+			1			x
29 Hirnblutung	li temp.	x	+	+	+	2			x
79 (Op.,P) Massenblutg.	re temp.	+	+		x			x	
insgesamt						17,3 % = 19	4	6	9

Tabelle 1V

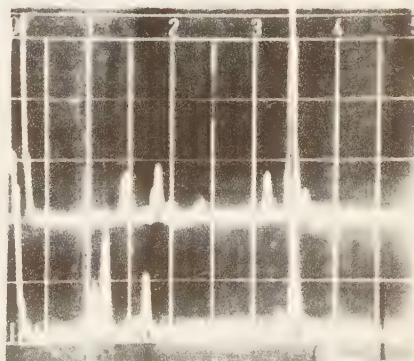
GRUPPE 4

B e f u n d No.	Rö	CA	Pn	EEG	Anzahl	Abweichung		
						0,3	C,4	fehlt
17 cerebraler Gefäßprozess			VarB	d	2	x		
56 beginnende Cerebralsklerose		v		d			x	
24 vorzeitiger Versagenszustand leichte Schädelasymmetrie	A	VarB	+	x	1	x		
100 Migräne		x	x	x		x		
92 Tu intravent. Hämangiom		+		+	1			x
81 Anfallsleiden frühkindlicher Hirnschaden	x	x		d	3			x
22 Anfallsleiden beg. Atrophie	A		SV	+				x
86 Anfall nach Herzstillstand				d				x
99 Polyneuritis, Korsakow Rechtsverlag. d. SV			SV	d				x
insgesamt					9=	3	1	5
					8,2%			



SCHU Ew

x4



ST Lu

x4

Abb. 2, SCHU Ew 92
Intraventrikuläres Hämangiom

Abb. 3, ST Lu 99
Rechtsverlag. d. Seitenventrikel

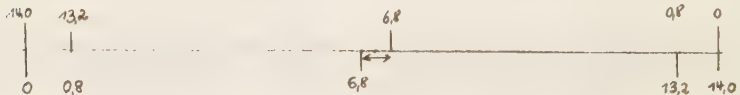
Diskussion und Kasuistik

1. Gruppe 1

Die in Gruppe 1 erfaßten 54 Fälle (100 %) zeigen die Abweichungen des Mittelechos im Bereich der Norm, 16 (29,6 %) davon das Mittelecho mittelstündig. Als Beispiel siehe Abb. 1, Seite 12. Weitaus der größere Anteil (26 Fälle, 48,2 %) mit einer Abweichung von 1 mm entspricht Krankheitsbildern, die nicht mit raumfordernden Prozessen einhergehen, wie z. B. Gefäßleiden (7 mal), Anfallsleiden (6 mal) und Polyneuropathie (1 mal). Diese Schwankungen des Mittelechos müssen also durchaus der Norm entsprechend gewertet werden. Es befinden sich auch von den 31 Mittelechoabweichungen von 1 mm 25 in Gruppe 1.

Von den insgesamt 21 Abweichungen von 2 mm stellen 12 einen Anteil von 22,2 % der Gruppe 1 und 9 einen Anteil von 46,4 % der Gruppe 3, woraus man schliessen kann, daß hier schon Schwankungen der Mittelstrukturen enthalten sind, die auf pathologische Raumbeschränkungen hinweisen; wenn auch aus dem Befund des Echos noch keine Schlüsse gezogen werden können. Abschliessend ist dazu zu sagen, daß Abweichungen des Mittelechos von 0 - 1 mm gegen einen verlagernden Prozess sprechen, Abweichungen um 2 mm die Frage anderen Untersuchungsmethoden offen lassen müssen.

In Gruppe 1 wäre noch der interessante Fall 67 (ME Ni, siehe Skizze) zu erläutern.



ME Ni hat ein cerebrales Anfallsleiden mit zeitweisen tonisch-klonischen Krämpfen und im EEG waren Anomalien links temporal zu sehen. Die Karotisangiographie zeigte keinen pathologischen Befund, jedoch war im Pneumoencephalogramm eine Zyste des Septum pellucidum zu erkennen. Im Echoencephalogramm fanden wir bei der Auswertung ein Mittelecho von rechts bei

6,8 cm und von links bei 6,8 cm, also auf den ersten Blick ein mittelständiges Echo. Aber bei der Kontrolle mittels der Summenbildung (= 13,6 cm) fand sich das interne Endecho bei 13,2, ein externes Echo läge also bei 14,0, woraus sich eine Differenz von 4 mm ergibt, die vielleicht mit der Zyste des Septum pellucidum in Zusammenhang stehen könnte.

2. Gruppe 2

In Gruppe 2 ergibt sich eine völlige Konkordanz zwischen den Echoencephalogrammen und den übrigen Befunden. Von den 28 Fällen (100 %) sind 18 durch Operation, Punktion und Sektion gesichert.

Dabei betreffen kleinere Abweichungen von 3 mm (6 mal = 21,4 %) Raumbeschränkungen, die sich einmal parietal, zweimal parasagittal, einmal frontal und zweimal frontotemporal befanden. Fall 83 (RÜ Ge, Abb. 4, Seite 29) hatte einen aktinomykotischen Abszess von 1 cm Ø frontotemporal links, der durch Sektion gefunden wurde.

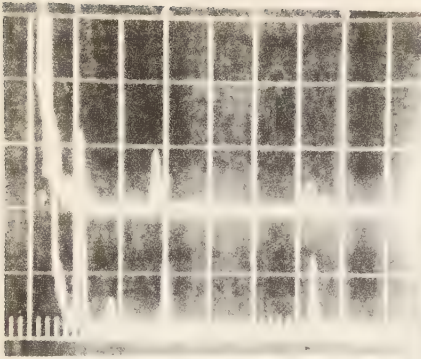
Wenn von den 9 Fällen mit einer Abweichung von 3 mm noch 3 in die Gruppe 4 zu den unklaren Befunden zu rechnen sind, zählen von den 8 mit einer Abweichung von 4 mm bereits 7 zu den eindeutigen Fällen mit Raumbeschränkung. Weicht das Mittelecho also um 4 mm und mehr ab (78,5 % der Gruppe 2), so ist das ein sicherer Ausdruck einer Raumverdrängung, die die Mittelstrukturen in Mitleidenschaft gezogen hat. So hat sich der pathologische Befund immer bestätigen lassen, wenn die Abweichung mehr als 4 mm betragen hat (46,4 %).

Die grösste Abweichung von 13 mm wurde durch einen subduralen Abszess linkstemporal (MO Jo, 71) hervorgerufen. Es wird auch in der Literatur (21, 25, 30, 33) darauf hingewiesen, daß die sichersten Diagnosen bei den temporalen Prozessen zu erwarten sind. (Abb. 5, SCHO Jo, 90, Seite 29).

Besonders interessant war für uns das Echo eines Hydranencephalus (Abb. 6, GE Ad, 23, Seite 29) bei einem zweijährigen Jungen mit einem Kopfumfang von 65 cm, einem Ventrikulogramm, das den Anencephalus klären konnte, und einem Karotisangiogramm, das keine Gefäße im ventralen Teil des Gehirns erkennen ließ. Als zweiter Fall soll hier noch GO Pa, 25, Abb. 7 und 8, Seite 29) geschildert werden. Der Patient bekam im Winter 1963 ein subdurales Hämatom über der rechten Hemisphäre, das nach Punktion abklang. Die Karotisangiogramme vom 11. XII. und 19. XII. bestätigten diesen Verlauf, der sich auch mit den Echoencephalogrammen Abb. 7 vom 11. XII. und Abb. 8 vom 19. XII. verfolgen ließ.

3. Gruppe 3

Auf den ersten Blick ist der Untersuchende geneigt, die Befunde dieser Gruppe als diskordant zu beurteilen, denn das Echo zeigt in allen diesen Fällen keine Raumverdrängung, obwohl die anderen Befunde - 6 durch Operation und Punktion gesichert - eine solche beweisen. Doch wenn man berücksichtigt, daß eine temporale Ableitung des Echoencephalogrammes nur eine Verlagerung der Mittelstrukturen in einem umschriebenen Bereich darzustellen erlaubt, erklären sich diese Unstimmigkeiten schon zum Teil. Auch andere Untersucher kommen zu diesen Ergebnissen (4, 9, 21, 33). Außerdem zeigen 9 der 19 Fälle (46,4 %) eine Abweichung des Mittelechos von 2 mm und zwar zwei Tumoren der hinteren Schädelgrube, zwei zentrale und ein fronto-



↑
Abb. 4, RÜ Ge, 83, Abw. 3 mm
Aktinomykotischer Abszess

Abb. 5, SCHO Jo, 90 Abweichung 6 mm
Lungentumormetastase links temporal
↓

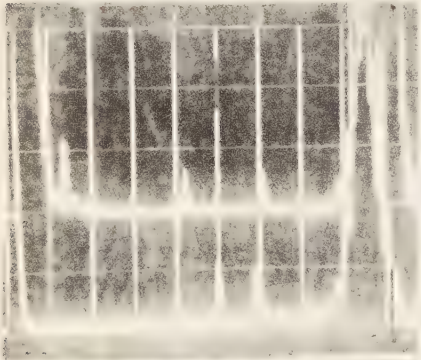
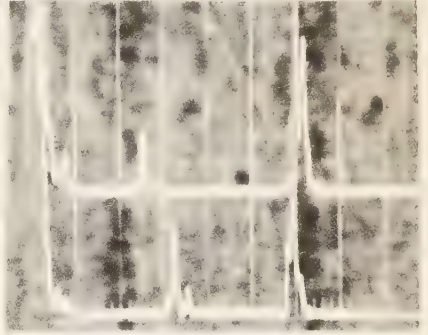


Abb. 6, GE Ad. 23
Hydranencephalus

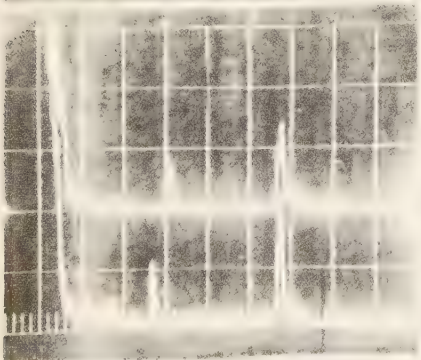


Abb. 7, GO Pa, 25, Abw. 4 mm

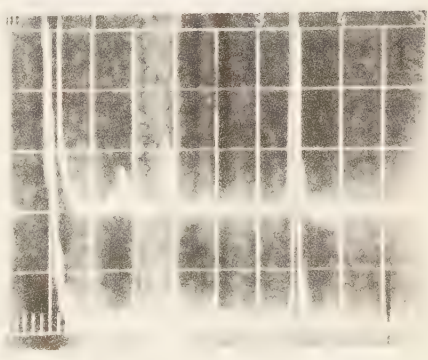


Abb. 8, Abw. 1 mm

Aufnahmen vom 11. XII. und 19. XII., die die Besserung eines subduralen Hämatoms über der rechten Hemisphäre zeigen.

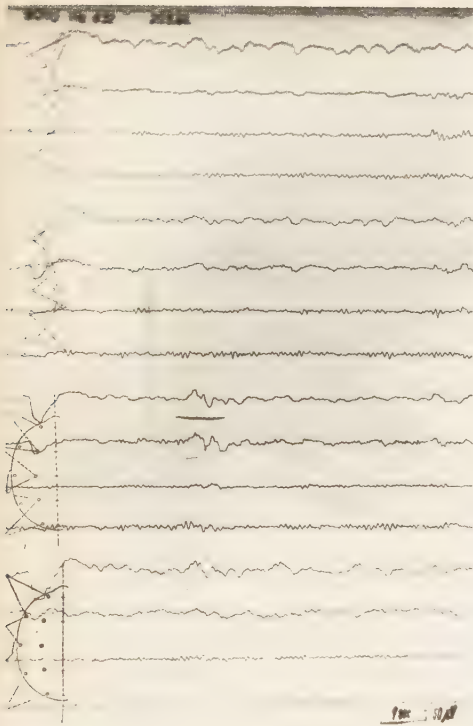
basaler Tumor, sowie drei Tumoren des Hirnstammes und eine temporale Hirnblutung. 2 mm Abweichung stellen einen Grenzwert zum pathologischen Befund dar, wie auch Schiefer, Katzner, Brückner (33) betonen.

Keine Abweichung im Echogramm war zu finden bei 3 Tumoren; einem Olfaktoriusmeningiom, einem medialen Tumor (WA Jo, 102, S. 31), einem parasagittalen Tumor und auch bei einer temporalen Massenblutung, bei der jedoch im Karotisangiogramm nur von einer massigen Verlagerung der Anterior die Rede ist.

Ein linsengroßes Aneurysma der Arteria communicans anterior läßt keine große Abweichung des Mittelechos erwarten; sie betrug bei der Untersuchung 1 mm. Weitere Fälle mit 1 mm Abweichung sind ein parietales Sarkom, ein frontales Meningeom (SCHÖ Wa, 89, S. 31), ein bereits operiertes Keilbeinmeningeom, sowie einmal multiple Metastasen und einmal Lungentumor-metastasen in der hinteren Schädelgrube.

Ein Großteil der Fälle der Gruppe 3 erklärt sich somit aus der Lage der raumbeschränkenden Prozesse und ihrem geringen Grad, so daß man annehmen kann, daß bei ihnen keine bzw. eine geringe Verlagerung der Mittelstrukturen im Prüfbereich vorliegt.

Im Fall SCHÖ Wa 89 (Abb. 9, 10, 11, Seite 31) erschien im EEG ein frontaler Herdbefund. Das Echo zeigte bei supra-mastoidaler Ableitung nur eine Abweichung von 1 mm, bei frontaler Ableitung jedoch 3 mm. Das Karotisangiogramm sicherte ein frontales Meningeom.



↑
Abb. 9 EEG, 10 u. 11 SCHÖ Wa, 89
Abb. 10 supramastoidal abgeleitet
Abb. 11 frontal
Erklärungen siehe Text S. 30

Abb. 12 und 13, WA Jo, 102
Erklärungen siehe Text S. 32

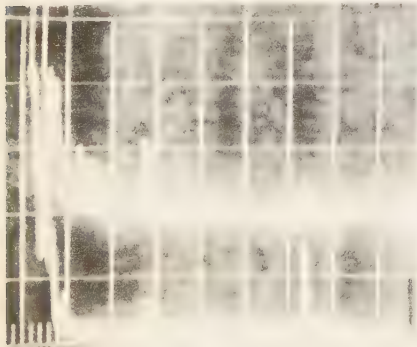


Abb. 12

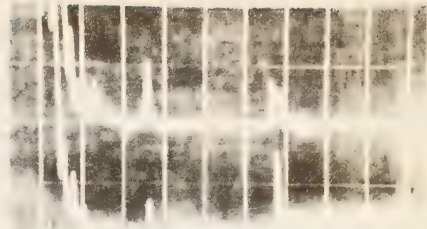


Abb.
10 →

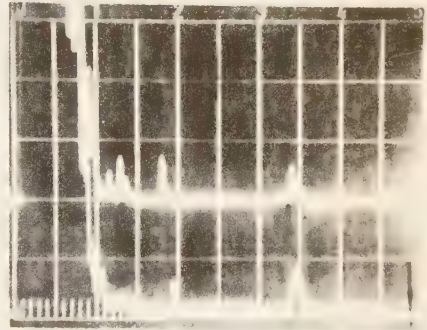


Abb.
11 →

WA Jo 957 24.16

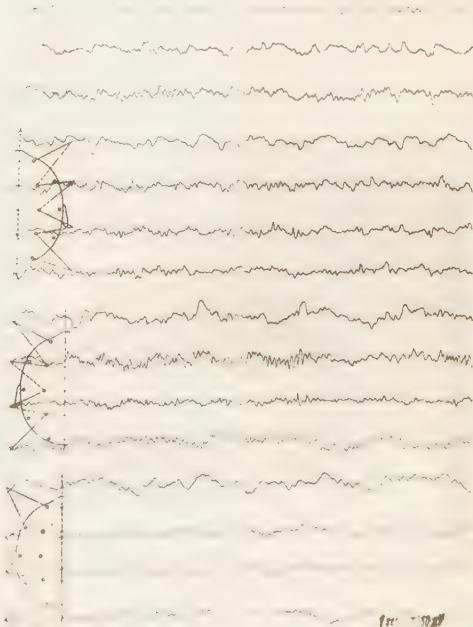


Abb. 13

Weiter soll noch auf den Fall 102 (WA Jo, Abb. 12 und 13, S. 31) eingegangen werden. Auffallend durch ein organisches Psychosyndrom und Hirndruckzeichen fand sich im EEG eine rasche Tätigkeit links zentral. Das Mittelecho lag, von links und rechts abgenommen, bei 7,2 cm. Bei der Summenbildung kam eine Differenz von 1 cm zutage. Das Karotisangiogramm bewies eine ausgedehnte Raumbeschränkung, ausgehend von der linken Großhirnhemisphäre. Das Echo kann hier also, wenn man es genau auswertet, einen Hinweis geben.

4. Gruppe 4

Die hier zusammengefaßten 9 Fälle sind unter zwei getrennten Gesichtspunkten zu betrachten. Zuerst sind hier dreimal Mittelechoverlagerungen von 3 mm, und einmal von 4 mm, ohne daß durch die neuroradiologischen Befunde als Raumbeschränkungen bestätigt werden konnten:

Bei GE Lu, 24 erscheint im Röntgenbild der Schädel asymmetrisch und die Mittelstruktur etwas paramedian im Pneumocephalogramm. Darauf muß man bei der Auswertung jeder Mittelechoabweichung achten, denn bei asymmetrischem Schädel ist eine Mittelechoabweichung nicht verwertbar.

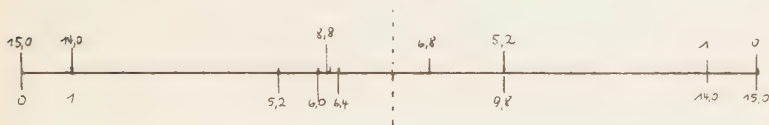
VO Fr, 100 hat keinen weiteren Befund, der die Abweichung von 3 mm im Echo rechtfertigt und es scheint sich hier um eine Fehlmessung zu handeln, denn die Summe der beiden Mittelechos ist um 6 mm größer als der Wert des externen Endechos (siehe S. 14).

Bei EC Ch, 17 läßt das Pneumocephalogramm - "Verschiebung des Septums" - eine Raumbeschränkung vermuten, und das EEG zeigt diffuse Anomalien. Die Mittelechoverlagerung konnte in 3 Ableitungen mit 3 mm bestätigt werden. Die Diskordanz liegt hier also nur darin, daß trotz dieser Befunde kein Tumor gesichert werden konnte.

IA Fr, 56 läuft unter der Diagnose "Versagenszustand bei beginnender Cerebralsklerose". Das Pneumencephalogramm ist normal, das Karotisangiogramm läßt auf Arteriosklerose schließen und auch das EEG mit verlangsamter Grundtätigkeit auf eine vaskuläre Genese des Leidens. Die Mittelechoabweichung von 4 mm muß also eine Fehlmessung sein; dieser Befund ist nicht nachträglich zu klären.

Dann sind in der Gruppe 4 auch noch 5 Fälle ohne messbares Mittelecho aufgeführt:

SCH Ew, 92 (Abb. 2, S. 25) hat ein intraventrikuläres Hämangiom. Das Mittelecho läßt sich nicht darstellen, dafür sind eine Reihe anderer Echos zu erhalten.



RO Ka, 81, mit frühkindlichem Hirnschaden, zeigt im EEG diffuse Anomalien. Die neuroradiologischen Befunde deuten auf nichts Pathologisches hin. Im Echoencephalogramm ist ein deutlicher Ausschlag von rechts bei 5,6 und von links bei 5,8 cm zu sehen, doch das interne Endecho liegt bei 13,2 und das externe bei 14,2. Die beiden Echos können somit kein Mittelecho darstellen.

FÜ Fr, 22 hat psychomotorische Anfälle. Das Karotisangiogramm ist normal. Im Röntgenbild des Schädels sind deutliche Asymmetrien zu erkennen, die Schläfenregionen sind weit ausladend. Auch im Pneumencephalogramm bestätigen sich diese Asymmetrien, das linke Vorderhorn ist erweitert und auch die Subarachnoidalfüllung links ausgeprägter. Die Echos, die wir erhalten, liegen bei 8,6 von rechts und 8,8 von links und entsprechen eher Reflexen der Ventrikelwände

als der Mittelstruktur. Zur Klärung der Diagnose kann ein solcher Befund nicht beitragen.

SCH Go, 86, "Status epilepticus nach Herz- und Atemstillstand", zeigt das Mittelecho nur von rechts bei 7,6 cm, während von links nur Nebenechos bei 5,8 und 9,6 erscheinen. Der Mittelwert von 7,7 cm würde dem Mittelecho entsprechen und ist genau die Hälfte des externen Endechos bei 15,4. Hier ist man berechtigt von einem normalen Echoencephalogramm zu sprechen. Durch Sektion wurde der normale Befund bestätigt.

Bei ST Lu, 99, Polyneuritis - Korsakow, finden sich im Pneumencephalogramm die Seitenventrikel - besonders die Vorderhörner - erheblich vergrößert (links 3,7 cm, rechts 2,7 cm) und auch die Hirnwindungsfurchen sind stark verplumpt. Starke, alternierende Seitendifferenzen im EEG weisen auf einen generalisierten Schaden hin. Das Echo (Abb. 3, S. 25) kann dazu in Einklang gebracht werden, weil sich diese Erweiterung darstellen läßt.

Zusammenfassend ist über die 9 Fälle der Gruppe 4 zu sagen, daß die Echobefunde wohl erklärbar sind, daß sie für die Klärung der Diagnosen aber nicht verwendet werden konnten.

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß die 26 normalen EEG-Befunde zum größten Teil durch normale Echos bestätigt werden konnten. Die restlichen 6 Fälle unterziehen wir einer genaueren Untersuchung (Tab. VI, S. 37).

Von den 38 EEGs mit Seitendifferenzen und Herdzeichen zeigten 21 (aus Gruppe 2) auch ein verlagertes Mittelecho, 14 wiesen dagegen keine pathologische Verlagerung des Mittelechos auf. Sie wurden in Gruppe 3 abgehandelt. Die anderen 3 werden in Tab. VI untersucht.

23 EEGs mit diffusen Anomalien konnten in 14 Fällen (Gruppe 1) nicht durch Echo-Befunde geklärt werden; auch die anderen Befunde wiesen nicht auf raumbeschränkende Prozesse hin. Hier werden nur die anderen 9 Fälle in Tab. VI aufgeführt.

Bei den 10 EEGs mit leichten Seitendifferenzen stellt sich die Frage, ob sie durch geringe Abweichungen des Mittelechos zu bestätigen sind. (Tab. VI).

In Tab. VI werden also die Befunde des EEGs mit den Echobefunden verglichen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden jeweils nur die Fälle einzeln angeführt, wo das Echogramm dem EEG widerspricht, oder wesentlich zur Klärung beiträgt, während die übereinstimmenden Fälle nur numerisch angeführt werden. Außerdem werden noch die leichten Seitendifferenzen im EEG mit den Abweichungen des Mittelechos im Hinblick auf die betonte Seite einzeln beschrieben.

Tabelle VI

E E G	Echo	Übereinstimmung	Gruppe	Befund	Rö	CA	Pn	Anz.
	normal	path	kon./dis.	No.				
normal	(20)		(20)	1	Echo i. Ber. d. N.			20
	4		x	2	S Tu frontal	+	+	2
	7		x	2	Op. Akus. neur.	+	+	
	2		x	3	Tu Stammgangl.	+	+	2
	0		x	3	Op. Massenblutg.	+	+	
	3		x	4	Vers. zustand	A	VaRb	2
	3		x	4	Migräne	x	x	x
	22	4	22	4	insgesamt			26
diffuse Anomalien	(14)		(14)	1	Echo i. Ber. d. N.			14
	6		x	2	P Tu li fron basx	+	+	3
	8		x	2	Tu li Kleinhirn		+	
	4		x	2	subd. Häm. bds.	x	+	
	1		x	3	Metastasen Klh.	x	x	1
	3		x	4	cerebr. Gef. proz	x	VaRb	
	4		x	4	Cerebr. sklerose	x	x	
	f.		x	4	frühkindl. Hirns	x	x	
	f.		x	4	S. Anf. n. Herzst	x	x	
	f.		x	4	Polyneuritis	x		
	15	8	8	15	insgesamt			23
Seiten- diff. u. Herdzei- chen	2		x	1	75 Kopfschmerzen	x	v	SV
	(21)		(21)	2	Echo pathol.			
	(14)		(14)	3	Echo i. Ber. d. N.			14
	f.		x	4	Anf. l. Atrophie	A	x	SV
	f.		x	4	Tu intr. ven. HÄ.		+	2
	15	23	23	15	insgesamt			38
leichte Seitendifferenzen für								
li	0		x	1	39 Z.n. Contusio	x		
li	0		x	1	67 Anf. leiden	x	x	+
li	0		x	1	78 " unkl. Gen.	x	x	SV
li	0		x	1	96 Cerebr. skl.	x	x	x
re	0		x	1	106 Anf. l. un. Gen.	x	VaRb	x
li	1	li	x	1	2 Cerebr. skl.			
re	1	re	x	1	57 Hirnatroph beg.		v	v
re	1	re	x	1	69 LP subar. Blutg.		x	3
re	2	re	x	1	14 Anf. l. unkl. Gen	x	x	1
re	2	re	x	3	46 Tu hint Schäd. grx	x	+	1
	10		5	5	insgesamt			10
Summe	62	35	57	40				97

Diskussion der Tabellen 5 und 6

Uns standen 97 EEG-Befunde zur Verfügung. 26 davon hatten keine pathologischen Zeichen erkennen lassen. 20 zeigten auch ein normales Echo und keine sonstigen pathologischen Befunde. In 2 weiteren Fällen war das Echo zwar auch im Bereich der Norm, d. h. bei einer Mittelechoabweichung von 0 und 2 mm, doch ergaben die übrigen Befunde einmal einen Tumor der Stammganglien und einmal eine Massenblutung. In 2 anderen Fällen war das Mittelecho zwar um 3 mm verlagert, aber das widersprach dem EEG zu Unrecht, es konnte nämlich keine Raumbeschränkung festgestellt werden. Nur in 2 Fällen bewies bei normalem EEG das Echo eindeutig Tumoren.

Der Patient KO Lu, 49 gab bei der Aufnahmeuntersuchung nach einem plötzlichen Anfall mit Bewußtlosigkeit ziehende Kopfschmerzen an. Es fand sich eine beiderseitige Stauungspapille. Wegen des Verdachts auf einen Tumor wurde gleich ein Echogramm abgeleitet, das eine Abweichung des Mittelechos von 4 mm ergab. Frühere ambulante EEG-Ableitungen hatten keine organischen Anomalien gezeigt. Ein vier Tage später gemachtes Angiogramm bestätigte den Verdacht auf einen Tumor rechts frontal.

Die Patientin MA Ka, 65 wurde wegen Schwankschwindels und Hörstörungen mit dem Verdacht auf Kleinhirnbrückenwinkeltumor eingeliefert. Am nächsten Tag ergab das Echoencephalogramm eine Mittelechoabweichung von 7 mm. Ein fünf Tage später abgeleitetes EEG zeigte keine Herdzeichen, es wies nur auf eine leichte Asymmetrie der Grundtätigkeit hin. Später wurde ein Akustikusneurinom durch Operation bewiesen.

Selbst bei normalem EEG kann ein Echo bei Tumorverdacht zur Diagnose beitragen.

Leichte Seitendifferenzen zeigte das EEG in 10 Fällen. Hier war im Echo 5 mal keine Abweichung des Mittelechos, 3 mal eine Abweichung von 1 mm zur gleichen Seite und 1 mal eine Abweichung um 2 mm zur gleichen Seite, wobei keine weiteren pathologischen Befunde vorlagen. Nur 1 mal ergab sich hier eine Abweichung von 2 mm zur gleichen Seite, auf die auch das EEG hinwies, wo ein Tumor der hinteren Schädelgrube vorlag. Immerhin trafen die Seitenhinweise bei EEG und Echo stets die gleiche Seite, wenn auch die Zahl der Fälle mit 10 sehr gering ist.

23 mal waren im EEG diffuse Anomalien zu sehen. 14 mal konnten sie durch das Echo und auch die anderen Befunde nicht geklärt werden. 5 mal wurden Echos der Gruppe 4 gefunden, und zwar einmal eine Abweichung von 3 mm ohne daß dies näher durch andere Untersuchungen bestätigt werden konnte, und einmal bei Patient LA Fr, 56, wo es sich um einen Versagenszustand bei Cerebralsklerose handelte und die 4 mm Abweichung im Echo nur eine Fehlmessung darstellen können, denn alle anderen Befunde wiesen immer nur auf die Arteriosklerose hin. In den restlichen 3 Fällen konnte kein Mittelecho abgeleitet werden und die diffusen Anomalien sind durch frühkindlichen Hirnschaden, Anfall nach Herzstillstand und Polyneuritis - Korsakow vielleicht erklärt. Nur einmal stand das Echo hier bei einer Abweichung von 1 mm im Gegensatz zu allen anderen Befunden; es handelte sich um Metastasen im Kleinhirn. Immerhin konnten 3 der 16 EEGs mit diffusen Anomalien durch Echos mit 4, 6 und 8 mm Abweichung auf raumbeschränkende Prozesse festgelegt werden.

Da Patient BO Al, 10 bei der Aufnahme desorientiert war, die rechten Extremitäten kraftlos waren und er beiderseits eine Stauungspapille bot, wurde sofort ein Echo abgeleitet. Mit einer Abweichung von 6 mm sprach es für einen Tumor der linken Hemisphäre. Bei späteren Untersuchungen zeigte

das EEG diffuse Anomalien. Karotisangiogramm und Pneumoencephalogramm bewiesen den Tumor, der auch punktiert und bestrahlt wurde.

Der Patient KO Jo, 50, ein fünfjähriger Junge, wurde mit dem Verdacht auf einen Tumor der hinteren Schädelgrube eingewiesen. Fußklonus, beiderseitiger positiver Babinski, Gordon und Oppenheimer, sowie beiderseitige Stauungspapille erhärteten den Verdacht. Das sofort angefertigte Echo ergab eine Abweichung von 8 mm. Die Vertebralisangiographie bestätigte die Diagnose Kleinhirntumor.

Auch bei Patient ZA Jo, 109 wurden die diffusen Anomalien durch eine Abweichung von 4 mm erhärtet. Die späteren Untersuchungen ergaben beiderseits subdurale Hämatome bei Pachymeningitis hämorrhagica. Die Echoencephalographie half also auch hier weiter.

Seitendifferenzen und Herdzeichen waren in 38 EEGs zu sehen. In über der Hälfte, bei 21, konnte hier das Echo eine Raumbeschränkung bestätigen. Bei 14 Fällen ergaben sich Befunde, die wir in Gruppe 3 abgehandelt haben, wo die Lage des Tumors keine Mittelechoabweichung verursacht. Einmal wurde aufgrund der frontalen Herdzeichen im EEG ein frontales Echo abgeleitet und konnte hier den raumbeschränkten Prozess bestätigen, (siehe S. 30, SCH Wa, 89, und Abb. 9, 10 und 11, S. 31); 2 mal fand sich hier kein Mittelecho, 1 mal wegen eines intraventrikulären Hämangioms, 1 mal bei vergrößerten Seitenventrikeln. Nur 1 Echo war hier normal.

Bei der Patientin PO Ch, 75 mit Kopfschmerzen, Schwindel und leicht linksbetonten Reflexen ergab das EEG für rechtsprechende Seitendifferenzen. Ein am gleichen Tage abgenommenes Echo ließ nur eine Abweichung von 2 mm erkennen. Ein 14 Tage später abgeleitetes Kontroll-EEG zeigte wieder Seitendifferenzen. Doch blieben die neuroradiologischen Befunde alle negativ und die Diagnose blieb unklar.

Von den 97 EEG-Befunden waren 57 konkordant mit den Echos. Davon waren in 2 Fällen beide Befunde normal, obwohl ein Tumor vorlag. 1 mal, bei einem Tumor des Kleinhirns zeigte das EEG nur leichte Seitendifferenzen und das Echo eine Abweichung von 2 mm. In den restlichen 54 Fällen konnte das Echo das EEG bestätigen oder die Diagnose weiter eingrenzen.

Diskordanz ergab sich in 40 Fällen. Davon konnten 14 mal diffuse Anomalien bei sonst negativen Befunden nicht geklärt werden. Bei weiteren 14 Fällen war die Lage der Prozesse (Gruppe 3) schuld an der Diskordanz. 2 mal konnte das Echo einen Tumor anzeigen, obwohl das EEG normal war.

Wenn im EEG Seitendifferenzen oder Herdzeichenutage treten, ist ein Echo auf jeden Fall anzuraten und es führt auch diagnostisch weiter, falls die Lage und Ausdehnung des Prozesses es gestatten. Außerdem sollte auch bei normalen EEG-Befunden bei Verdacht auf Tumoren oder Hirnblutungen ein Echo abgeleitet werden.

Ergebnis

Unsere Untersuchung hat sich allein mit den Folgerungen befaßt, die aus einer Verlagerung des Mittelechos zu ziehen sind. Es ist offensichtlich, daß das Mittelecho nur dann Abweichungen anzeigen kann, wenn auch eine Verdrängung der reflexgebenden Medianstrukturen vorliegt. Selbstverständlich müssen dabei sämtliche in Frage kommenden Fehlerquellen berücksichtigt werden.

Stets ist darauf zu achten, daß keine größeren Schädelasymmetrien bestehen. Der Ansatzpunkt des Prüfkopfes muß bei der rechten und linken Aufnahme an der gleichen Stelle liegen. Ob die Quelle des so erhaltenen Mittelechos tatsächlich von der Mittellinie kommt, ist durch verschiedene Verfahren zu kontrollieren, auf die wir schon in der Einleitung eingegangen sind. Wenn der Prüfkopf über 5 cm oberhalb des Meatus acusticus externus anliegt, trifft man evtl. statt der verlagerten Mittelstrukturen die Falx cerebri, die nicht verlagert zu sein braucht.

Hat man nun alle diese Vorsichtsmaßnahmen berücksichtigt, so kann man Abweichungen des Echos von der Mitte nur durch Verdrängungen der Medianstrukturen erklären. Leider lassen sich deshalb durch dieses Verfahren nur solche Raumbeschränkungen feststellen, die auch diese Strukturen in Mitleidenschaft ziehen. Meist ist das nur bei supratentoriellen und hier vor allem bei temporalen Prozessen der Fall.

Auch bei unseren Untersuchungen fanden sich die größeren Abweichungen des Mittelechos um 4 mm und mehr, in 23 Fällen, abgesehen von einer ungeklärten Fehlmessung (Patient 56 in Gruppe 4) nur bei solchen, die eine Verdrängung der Medianstruktur aufwiesen.

8 mal	handelte es sich um	temporale
5 mal		um frontale
3 mal		um basale
1 mal		um temporooccipitale
1 mal		um temporoparietale

Prozesse.

Die verbliebenen 4:

- 1 Akustikusneurinom
- 1 intraventrikuläres Hämangiom
- 1 beiderseitiges subdurales Hämatom, das auch neuroradiologisch rechts größer als links erschien
- 1 Hydrozephalus internus.

Dagegen konnten in den 19 Fällen der Gruppe 3 keine größeren Mittelechoabweichungen gefunden werden, weil die raumfordernden Prozesse

- 9 mal im Hirnstamm, zentral oder medial
- 4 mal frontobasal (Beispiel Aneurysma der Arteria communicans anterior)
- 3 mal in der hinteren Schädelgrube gelegen waren.
- 1 mal war bei multiplen Metastasen und
- 2 mal bei Massenblutungen keine Verschiebung der Mittelstruktur durch das Echo registriert worden.

Unsere Untersuchungen bestätigen hier auch andere Autoren (19, 21, 23, 25). Die Ultraschalldiagnostik bleibt (bei einer Auswertung des Mittelechos) auf solche Prozesse beschränkt, die mit einer Verlagerung der Mittelstrukturen des Gehirns um mindestens 3 mm einhergehen. Sie zeigt nur Tumoren, Hämatome und andere Prozesse auf, die vorwiegend temporale Verschiebungen nach sich ziehen. Bei diesen gilt sie allerdings als ein sicheres Verfahren (21, 25, 30, 33).

Jeppson (21) weist auch auf die Möglichkeit hin, Befunde laufend zu kontrollieren, was wir bei dem Patienten GO Pa, 25 (Abb. 7, 8) bestätigen konnten. Die Verlaufskontrolle zeigt den Rückgang des subduralen Hämatoms an.

Abschließend wäre noch auf die Verwendbarkeit der Nebenechos einzugehen. Leksell (26), de Vlieger (36), später auch Schiefer (33) und Lapayowker (25) haben bei intrakraniellen Hämatomen Echos erhalten, die sie Hämatomechos nannten. Sie glaubten dieses Echo bei senkrechter Beschallung der Grenze von Hämatom und Hirnsubstanz zu erhalten. Obwohl sie ihre Ergebnisse klinisch beweisen konnten, muß darauf hingewiesen werden, daß zahlreiche Echos in dem Bereich von 3,5 bis 4,5 cm von der Prüfkopfansatzstelle und auch der gegenüberliegenden Seite entfernt regelmäßig gefunden werden, die die Auswertung des Hämatomechos erschweren. Diese Nebenechos stellen wahrscheinlich Reflexionen von senkrecht getroffenen Hirnwindungen an der Mediengrenze von Hirnsubstanz und Liquor besonders im Bereich der Insel und von den Seitenventrikeln dar. Ehe sie jedoch diagnostisch verwertet werden können, müssen genauere Untersuchungen und eine technische Verfeinerung des Instruments vorausgehen.

Für die Praxis bleibt das Echoencephalogramm auf die Auswertung der Mittelechoverlagerung beschränkt. Hier allerdings ist es wegen seiner einfachen Handhabung und völligen Unschädlichkeit durchaus zu empfehlen. Das Echoencephalogramm gibt innerhalb weniger Minuten darüber Auskunft, ob eine gröbere Raumbeschränkung einer Hemisphäre vorliegt.

Zusammenfassung

Nach einem Abriß der Geschichte des Ultraschalls in der medizinischen Diagnostik wird kurz auf das Verfahren der Echoencephalographie eingegangen. Es wird dann die Methode geschildert, wie das Material der Universitätsnervenklinik München ausgewertet und geordnet wurde. Die 110 Fälle sind in 4 Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe umfaßt 54 Echos im Bereich der Norm mit konkordanten anderen Befunden, die zweite die 28 konkordanten pathologischen Fälle, die dritte die Echos im Bereich der Norm mit diskordanten, pathologischen anderen Befunden und die vierte die nicht in den anderen Gruppen faßbaren Fälle. Gesondert werden dann die Echoencephalogramme mit den Elektroencephalogrammen verglichen. Das Ergebnis zeigt die Verwendbarkeit der Mittelechoabweichungen bei der Diagnostik raumbeschränkender Prozesse, wenn diese die Mittelstrukturen des Gehirns betreffen. Die Arbeit schließt mit einer Empfehlung des einfachen und ungefährlichen Verfahrens.

Literatur

1. Ballantine HT, Bolt RH, Hüter TF, Ludwig GD
On the detection of intracranial pathology
by ultrasound
Science 112, 525 - 528 (1950)
2. Braak ter IWG, Crezee P, Grandia WAM, Vlieger de M
Echoencephalography
The significance of some reflections in
echoencephalography
Acta Neurochirurgica (Wien) 9, 382 - 397
(1961)
3. Brinker RA, King DL, Taveras JM
Echoencephalography
The American Journal of Roentgenology,
Radiotherapy and Nuclear Medicine 93, IV,
781 - 790 (1965)
4. Brückner H, Die Echoencephalographie
Möglichkeiten und Grenzen der Methode
Helfen und Heilen 2, 44 - 50 (1965)
5. Der kindliche Hydrocephalus und seine Be-
handlung
Helfen und Heilen 2, 52 - 55 (1965)
6. Brylski JR, Izenstark JL
Anatomic Localization of Midline Echo in
Sonograms of the Brain
The American Journal of Roentgenology,
Radiotherapy and Nuclear Medicine 93, IV,
811 - 815 (1965)

7. Dussik KT, Hyperphonographie
Zentralblatt der gesamten Neurologie und
Psychiatrie 174, 453 - 168 (1942)
8. Weitere Ergebnisse der Ultraschallunter-
suchung bei Gehirnerkrankungen
Acta Neurochirurgica (Wien) 2, 379 - 396
(1952)
9. Elizondo-Martel G, Gerhan-Cohen J
Medical Ultrasonics, Essential of Echo-
encephalography
The American Journal of Roentgenology,
Radiotherapy and Nuclear Medicine 93,
IV, 791 - 802 (1965)
10. Feuerlein W, Ergebnisse einer Diskussion über das
Echoencephalogramm auf der Tagung der
Bayer. EEG-Arbeitsgemeinschaft in Passau
am 15./16. Mai 1965
11. Dilling H,
Zur Bestimmung des Mittelechos in der
Echoencephalographie
Der Nervenarzt 36, 9, 401 - 403 (1965)
12. French LA, Wild JJ, Neal D
Detection of cerebral tumors by ultra-
sonic pulses. Pilot studies on post-
mortem material.
Cancer (Amst) 3, 705 - 708 (1950)
13. Frucht AH, Schallgeschwindigkeit in menschlichen
und tierischen Geweben
Zentralblatt der gesamten experimentellen
Medizin 120, 525 (1952/53)

14. Gordon D Ultrasonic Rays in Medical Diagnosis. A Survey.
Medical Electronics and Biological Engineering Pergamon Press 1963, Vol 1, 51 - 59
15. Echoencephalography. Ultrasonic Rays in Diagnostic Radiology
British Medical Journal 5136, 1500 - 1504 (1959)
16. Hüter TF Messungen der Ultraschallabsorption in tierischen Geweben und ihre Abhängigkeit von der Frequenz.
Naturwissenschaften 35, 285 - 287 (1948)
17. Messungen der Ultraschallabsorption im menschlichen Schädelknochen und ihre Abhängigkeit von der Frequenz.
Naturwissenschaften 39, 21 - 22 (1952)
18. Jefferson A Some Experiences with Echoencephalography. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry 22, 83 - 84 (1959)
19. Clinical Experiences with Echoencephalography.
Acta Neurochirurgica (Wien) 10, 392 - 409 (1961)
20. Jeppson S Echoencephalography III
Further Studies on the Sources of the Midline Echo in a Clinical Evaluation.
Acta chirurgica scandinavica 119, 455 - 462 (1960)

21. Jeppson S Echoencephalography IV
The Midline-Echo, an Evaluation of its
Usefullness for Diagnosing Intracranial
Expansivities and an Investigation into
its Sources.
Acta chirurgica scandinavica Suppl. 272,
1 - 151 (1961)
22. Kikuchi Y, Uchida R, Tanaka K, Wagai T,
Early Cancer Diagnosis through Ultra-
sonics
J. Accust. Soc. Am. 29, 824 - 833 (1957)
23. Kramer G Zur Diagnostik raumfordernder intra-
kraniieller Prozesse mit Hilfe des Echo-
impulsverfahrens.
Der Chirurg 34, VII, 290 - 298 (1963)
24. Die Echoencephalographie
Deutsche Medizinische Wochenschrift 12,
564 - 567 (1964)
25. Lapayowker MS Christen GE
Echoencephalography in General Hospital
Practice
The American Journal of Roentgenology,
Radiotherapy and Nuclear Medicine 93, IV,
803 - 810 (1965)
26. Leksell L Echoencephalography
Detection of Intracranial Complications
following Head Injury
Acta chirurgica scandinavica 110, 301 -
315 (1955)

27. Leksell L Echoencephalography II
Midline Echo from the Pineal Body as an
Index of Pineal Displacement
Acta chirurgica scandinavica 115, 255 -
259 (1958)
28. Lithander B A Control Method for Echoencephalography
Acta Psychiatrica Neurologica Scandina-
vica 35, 235 - 240 (1960)
29. The Clinical Use of Echoencephalography
Acta Psychiatrica Neurologica Scandina-
vica 35, 241 - 244 (1960)
30. Clinical and Experimental Studies in
Echoencephalography
Acta Psychiatrica Neurologica Scandina-
vica Suppl. 159, 1 - 36 (1961)
31. Scherzer E Die Echoencephalographie als Ergänzung des
EEGs und ihre Grenzen
nach einem Vortrag, gehalten in Passau am
15./16. Mai 1965 auf der Frühjahrstagung
der Bayer. EEG-Arbeitsgemeinschaft
32. Schiefer W Komplikationen bei der Angiographie der
Hirngefäße
Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie
26, 265 (1958)
33. Schiefer W Die Echoencephalographie. Ihre Anwendungen
und klinischen Ergebnisse
Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie
31, 457 - 491 (1963)

34. Schiefer W Die Echoencephalographie. Diagnostische
Möglichkeiten
Deutsche medizinische Wochenschrift 29,
1394 - 1400 (1964)
35. Taylor JC, Newwell JA, Karvounis P,
Ultrasonics in the Diagnosis of Intra-
cranial Space-occupying Lesions
Lancet 280, 1197 - 1199 (1961)
36. Vlieger de M, Braak ter IWG, Grandia WAM
Echoencephalography as an Aid in the
Diagnosis of Subdural and Extradural
Haematomas
Recent Neurological Research (Amsterdam)
37, 45 (1959)
37. Wild JJ The Use of Ultrasonic pulses for the
Measurement of Biological Tissues and
the Detection of Tissue Density Changes
Surgery 27, 183 - 188 (1957)

Herrn Priv. Doz. Dr. Kugler sei hier für die Überlassung des Themas und seine großzügige Unterstützung gedankt.

Herrn Dr. Harms sei für die Überlassung des Materials und seine wertvolle Hilfe gedankt.

Lebenslauf

Der Verfasser, Wolf Rüdiger Brandl, wurde am 23. Februar 1940 in Hof/Saale, als Sohn des Studienrates Joseph Brandl, gefallen, und seiner Ehefrau Dr. Margarete Brandl, als drittes Kind geboren. Nachdem er die Volksschule und die ersten sechs Klassen Oberrealschule in Selb in Oberfranken besucht hatte, schloß er die Schulbildung an der Oberrealschule in Bayreuth im Juli 1959 mit dem Abitur ab. Anschließend leistete er in Hamburg 12 Monate Grundwehrdienst. Das Studium begann er im Wintersemester 1960/61 an der Medizinischen Fakultät der Universität München, wo er nach dem Wintersemester 1962/63 das Physikum ablegte. Seitdem studiert er an der Universität München und legt im Frühjahr 1966 das Staatsexamen ab.

